

# Aplikasi Program Plaxis dalam Analisis Numerik Deformasi Lapis Fondasi Jalan Poncosari - Greges Yogyakarta

Yusnia Widiastuti

Program Studi Teknik Sipil-Universitas Sarjanawiyata Tamansiswa  
Yogyakarta

E-mail: yusniawidia@gmail.com

## Abstrak

Jalan raya membutuhkan fondasi yang kuat dan kokoh agar mampu memikul beban yang bekerja di atasnya, diantaranya beban perkerasan, beban lalu lintas dan beban gempa. Untuk itu dalam perencanaan lapis fondasi, perlu diperhatikan jenis dan parameter tanah yang digunakan sebagai lapis fondasi tersebut. Lapis fondasi yang baik haruslah sesuai dengan parameter tanah yang telah diuji di laboratorium. Parameter tanah tersebut selanjutnya dapat dimodelkan menggunakan program Plaxis untuk menghitung besarnya penurunan yang terjadi pada lapis fondasi tersebut. Hasil analisis deformasi akibat beban perkerasan adalah sebesar 3,87 cm, akibat beban lalu lintas sebesar 3,88 cm, dan akibat beban gempa sebesar 4,69 cm. Faktor aman didapatkan hasil sebesar  $1,6 > 1,4$ , sehingga dapat disimpulkan bahwa lapis fondasi tersebut tergolong kedalam jenis lapis fondasi yang aman untuk pembangunan Jalan Poncosari-Greges Yogyakarta.

**Katakunci** : lapis fondasi, parameter tanah, deformasi.

## A. PENDAHULUAN

### 1. Latar Belakang

Setiap bangunan memerlukan fondasi sebagai dasar bangunan yang kuat dan kokoh sebagai pendukung bangunan dan beban lainnya untuk diteruskan sampai ke lapisan tanah pada kedalaman tertentu. Agar konstruksi bangunan dapat menahan beban yang berada pada struktur di atasnya maka perlu digunakan struktur yang kuat dan kokoh pada lapisan struktur bawah bangunan tersebut. Untuk mendapatkan hasil lapis fondasi yang kuat dan mampu memikul beban yang berada di atasnya, maka pemadatan tanah yang efektif sangatlah diperlukan. Pemadatan tanah dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu kadar air, jenis tanah, dan cara pemadatan. Apabila nilai kepadatannya turun maka dapat terjadi penurunan tanah. Untuk itu, penulis menggunakan aplikasi program Plaxis dalam analisis deformasi lapis fondasi Jalan Poncosari-Greges, Yogyakarta.

### 2. Tujuan dan Manfaat

Tujuan dari penelitian ini adalah analisis deformasi lapis fondasi Jalan Poncosari-Greges, Yogyakarta akibat beban perkerasan, akibat beban lalu lintas dan akibat beban gempa. Manfaat dari penelitian ini adalah untuk mengetahui hasil analisis

deformasi lapis fondasi Jalan Poncosari-Greges, Yogyakarta akibat beban perkerasan, akibat beban lalu lintas dan akibat beban gempa dengan menggunakan program Plaxis V8.2.

## B. Tinjauan Pustaka

### 1. Lapis perkerasan jalan

Perkerasan jalan adalah konstruksi yang dibangun di atas lapisan tanah dasar yang berfungsi untuk menopang beban lalu lintas. Jenis konstruksi jalan pada umumnya ada dua jenis, yaitu:

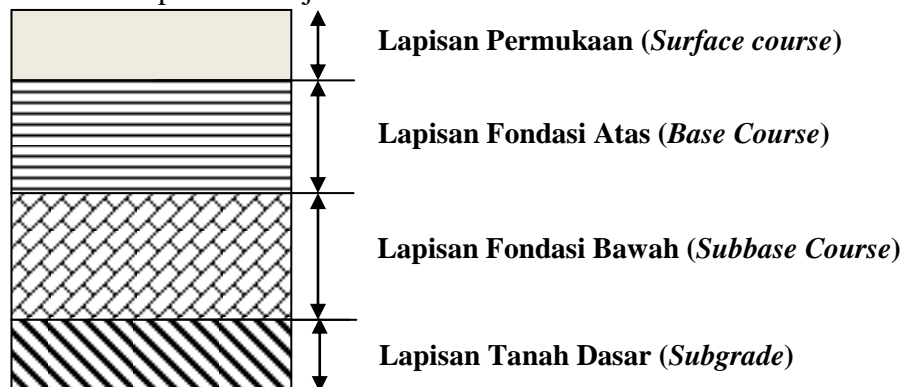
- a. Perkerasan lentur (*flexible pavement*),
- b. Perkerasan kaku (*rigid pavement*).

Menurut Hardiyatmo (2001) perkerasan lentur (*flexible pavement*) adalah sistem perkerasan konstruksi terdiri dari beberapa lapisan. Tiap-tiap lapisan perkerasan pada umumnya menggunakan bahan maupun persyaratan yang berbeda sesuai dengan fungsinya yaitu untuk menyebarkan beban roda kendaraan sedemikian rupa, sehingga dapat ditahan oleh tanah dasar dalam batas daya dukungnya.

Konstruksi perkerasan jalan dipandang dari segi kemampuan memikul dan menyebarkan beban, haruslah memenuhi syarat-syarat:

1. ketebalan yang cukup, sehingga mampu menyebarkan beban/muatan lalu lintas ke tanah dasar,
2. kedap terhadap air, sehingga air tidak mudah meresap ke lapis di bawahnya,
3. permukaan mudah mengalirkan air, sehingga air hujan yang jatuh di atasnya dapat cepat dialirkan,
4. kekakuan untuk memikul beban yang bekerja tanpa menimbulkan deformasi yang besar.

Konstruksi perkerasan jalan terdiri dari:



Gambar 2.1 Struktur Lapis Perkerasan Jalan.

#### a. Lapis Permukaan (*Surface Course*)

Lapisan yang terletak paling atas disebut lapis permukaan. Material yang biasa digunakan untuk lapis permukaan adalah aspal, beton, dan lain-lain.

Lapis permukaan menurut (Hardiyatmo, 2001) berfungsi sebagai :

- a) lapis perkerasan penahan beban roda, lapisan yang mempunyai stabilitas tinggi untuk menahan beban roda selama masa pelayanan,
- b) lapis kedap air, sehingga air hujan tidak jatuh diatasnya tidak meresap kelapisan di bawahnya dan melemahkan lapisan tersebut,
- c) lapis aus (*wearing course*), lapisan yang langsung menderita gesekan akibat rem kendaraan sehingga mudah menjadi aus,

#### **b. Lapis Fondasi Atas (*Base Course*)**

Lapis permukaan yang terletak di antara lapis fondasi bawah dan lapis permukaan dinamakan lapis fondasi atas (*base course*). Material yang digunakan untuk lapis fondasi atas adalah material yang cukup kuat. Untuk lapis fondasi atas tanpa bahan pengikat umumnya menggunakan material dengan CBR > 50% dan Plastisitas Indeks (PI) < 4%. Bahan-bahan alam seperti batu pecah, kerikil pecah, stabilitas tanah dengan semen dan kapur dapat digunakan sebagai lapis fondasi atas.

#### **c. Lapis Fondasi Bawah (*Subbase Course*)**

Lapisan fondasi bawah (*subbase course*) adalah lapis perkerasan yang terletak di antara lapis fondasi atas dan tanah dasar.

Lapis fondasi bawah menurut (Hardiyatmo, 2001) berfungsi sebagai:

- a) bagian dari konstruksi perkerasan untuk menyebarkan beban roda ke tanah dasar. Lapisan ini harus cukup kuat, mempunyai CBR 20% dan Plastisitas Indeks (PI)  $\leq 10\%$ ,
- b) efisiensi penggunaan material fondasi bawah relatif murah dibandingkan dengan lapisan perkerasan di atasnya, yaitu dengan cara mengurangi tebal lapisan-lapisan yang berada di atasnya,
- c) adanya lapis peresapan, agar air tanah tidak berkumpul di fondasi,

#### **d. Lapis Tanah Dasar (*Subgrade*)**

Tanah dasar atau *subgrade* merupakan lapisan tanah yang paling atas, dengan sifat-sifat dan daya dukung tanah yang sangat mempengaruhi kekuatan dan keawetan dari suatu konstruksi jalan di atasnya serta mutu jalan secara keseluruhan. Tanah dasar ini dapat terbentuk dari tanah asli yang dipadatkan (pada daerah galian) ataupun tanah timbunan yang dipadatkan (di daerah urugan). Penggunaan tanah sebagai bahan untuk pembuatan jalan umumnya hanya terbatas pada penyiapan badan jalan yaitu untuk membentuk lapisan dasar (*subgrade*) di daerah timbunan ataupun di daerah dengan kondisi tanah aslinya tidak memenuhi spesifikasi, sehingga memerlukan penggantian tanah (Hardiyatmo, 2001).

## **2. Pemadatan Tanah**

Pemadatan adalah peristiwa bertambahnya berat volume kering oleh beban dinamis. Bertambahnya berat volume kering tanah ini adalah sebagai akibat

merapatnya partikel tanah yang diikuti dengan berkurangnya volume udara pada volume air tetap (Hardiyatmo, 2001).

Maksud pemadatan tanah antara lain untuk:

- a) menambah geser tanah,
- b) mengurangi sifat mudah pampat (kompresibilitas),
- c) mengurangi permeabilitas,
- d) mengurangi perubahan volume sebagai akibat perubahan kadar air, dan lain-lain.

Pada tanah tertentu, umumnya terdapat satu nilai kadar air optimum untuk mencapai berat volume kering maksimumnya (Hardiyatmo, 2001).

#### **a. Uji Pemadatan (Kompaksi)**

Menurut (Wignal, 1999) berat volume kering maksimum yang diperoleh dari uji kepadatan di laboratorium diterima sebagai standar kepadatan pembanding dan dikenal sebagai 100% kepadatan dan kepadatan tanah di lapangan dibandingkan terhadap kepadatan standar di laboratorium. Kepadatan tanah yang dipadatkan bertambah seiring dengan meningkatnya kadar air hingga mencapai kepadatan maksimum, dan setelah tercapai, maka kepadatan selanjutnya akan berkurang.

#### **b. Menentukan Kepadatan Dengan Menggunakan Alat Konus Pasir (*Sand Cone Test*)**

Percobaan kerucut pasir (*Sand Cone*) merupakan salah satu jenis uji yang dilakukan di lapangan, untuk menentukan berat isi kering (kepadatan di lapangan) asli ataupun hasil suatu pekerjaan pemadatan, pada tanah kohesif maupun non kohesif. Percobaan ini biasanya dilakukan untuk evaluasi hasil pekerjaan pemadatan di lapangan yang dinyatakan dalam derajat pemadatan (*degree of compaction*), yaitu perbandingan antara berat volume kering ( $\gamma_d$ ) tanah di lapangan diperoleh dari uji kerucut pasir dengan berat kering ( $\gamma_d$ ) tanah maks dari hasil percobaan pemadatan di laboratorium dalam persentase lapangan (Sukirman, 1999).

#### **c. Uji CBR (*California Bearing Ratio*)**

CBR merupakan cara untuk menilai kekuatan tanah dasar (*subgrade*) dari jalan yang hendak dipakai. Cara CBR ini dikembangkan pertama kalinya oleh *California State Highway Departement* dan digunakan serta dikembangkan lebih lanjut oleh *U.S. Corps Of Engineers*.

Berdasarkan cara mendapatkan contoh tanah, CBR dapat dibedakan :

1. CBR di lapangan (*Field CBR*),
2. CBR rendaman di lapangan (*Undistrud Soaked CBR*),
3. uji CBR rencana titik/ CBR di laboratorium, dapat dibedakan atas 2 macam yaitu:

- CBR rendaman di laboratorium (*soaked CBR*),
- CBR tanpa rendaman di laboratorium (*unsoaked CBR*).

Nilai CBR adalah bilangan perbandingan (dalam %), kuat tekan piston berpenampang bulat seluas 3 inch dengan kecepatan penetrasi 0,005 inch/menit untuk menembus suatu bahan standar tertentu. Nilai standar diperoleh melalui material batu pecah berkualitas tinggi yang dipadatkan dengan menganggap nilai CBR sebesar 100%.

### 3. Persyaratan Beban Muatan Perkerasan Lentur

Menurut Wignall (1999), perlu diketahui bagaimana beban lalu lintas ditentukan dan didistribusikan ke berbagai lapisan struktur perkerasan jalan tersebut.

#### a. Distribusi Beban

Pengujian di *Transport Research Laboratory* telah membuktikan bahwa distribusi beban terjadi, tetapi pengujian menunjukkan bahwa sudut distribusinya tidak konstan. Tegangan (beban per luas satuan) akibat beban lalu lintas makin besar ke arah permukaan, maka material yang lebih kuat lebih diperlukan di permukaan daripada di lapisan lain di bawahnya. Selain itu terdapat deformasi arah lateral yang disebabkan oleh efek beban lalu lintas berat. Ini mengakibatkan dibuatnya lapis fondasi bagian atas dan bawah, lapis fondasi yang lebih bawah dibuat dengan material yang lebih kuat. Distribusi beban lalu lintas diasumsikan sebesar 15 KN/m<sup>2</sup>.

#### b. Lalu-Lintas Rencana Untuk Perkerasan Lentur

Jalur rencana merupakan jalur lalu-lintas dari suatu ruas jalan raya yang terdiri dari satu jalur atau lebih.

**Tabel 1.** Tabel Jumlah Lajur dan Koefisien Distribusi Kendaraan (C)

Lebar Lajur (m)	Jumlah Lajur	Kendaraan Ringan (<5 ton)		Kendaraan Berat (>5 ton)	
		1 arah	2 arah	1 arah	2 arah
$L < 5.50$	1	1.000		1.000	
$5.50 < L < 8.25$	2	0.600	0.500	0.700	0.500
$8.25 < L < 11.25$	3	0.400	0.400	0.500	0.475
$11.25 < L < 15.00$	4		0.300		0.450
$15.00 < L < 18.75$	5		0.250		0.425
$18.75 < L < 22$	6		0.200		0.400

\*) Sumber : Bina Marga (1983)

#### c. Lalu-Lintas Rencana Untuk Perkerasan Kaku

Metode penentuan beban lalu-lintas rencana untuk perencanaan perkerasan tebal perkerasan kaku dilakukan dengan cara mengakumulasi jumlah beban sumbu (dalam rencana lajur selama usia rencana) untuk masing-masing jenis kelompok sumbu, termasuk distribusi beban ini. Umur rencana untuk perkerasan kaku : 20-40 tahun.

Pedoman perencanaan tebal perkerasan menggunakan metode NAASRA *pavement design* yang memperhitungkan akumulasi jumlah beban sumbu (dalam rencana lajur selama umur rencana) untuk masing-masing jenis kelompok sumbu, termasuk distribusi beban.

**Tabel 2.** Faktor Keamanan

Peranan Jalan	Faktor Keamanan
Jalan Tol	1.2
Jalan Arteri	1.1
Jalan Kolektor/Lokal	1.0

\*) Sumber : Bina Marga (1983)

#### **d. Jenis Tanah dan Perambatan Gelombang Gempa**

Menurut SNI-1726-2002 Pengaruh Gempa Rencana di muka tanah harus ditentukan dari hasil analisis perambatan gelombang gempa dari kedalaman batuan dasar ke muka tanah dengan menggunakan gerakan gempa masukan dengan percepatan puncak untuk batuan dasar. Akselerogram gempa masukan yang ditinjau dalam analisis ini, harus diambil dari rekaman gerakan tanah akibat gempa yang didapat di suatu lokasi yang mirip kondisi geologi, topografi dan seismotektoniknya dengan lokasi tempat struktur gedung yang ditinjau berada. Untuk mengurangi ketidak-pastian mengenai kondisi lokasi ini, paling sedikit harus ditinjau 4 buah akselerogram dari 4 gempa yang berbeda, salah satunya harus diambil Gempa El Centro N-S yang telah direkam pada tanggal 15 Mei 1940 di California.

Batuan dasar adalah lapisan batuan di bawah muka tanah yang memiliki nilai hasil Test Penetrasi Standar  $N$  paling rendah 60 dan tidak ada lapisan batuan lain di bawahnya yang memiliki nilai hasil Test Penetrasi Standar yang kurang dari itu, atau yang memiliki kecepatan rambat gelombang geser  $v_s$  yang mencapai 750 m/detik dan tidak ada lapisan batuan lain di bawahnya yang memiliki nilai kecepatan rambat gelombang geser yang kurang dari itu. Jenis tanah ditetapkan sebagai Tanah Keras, Tanah Sedang dan Tanah Lunak, apabila untuk lapisan setebal maksimum 30 m paling atas dipenuhi syarat-syarat yang tercantum (SNI 2002).

#### **e. Guncangan Gempa di Permukaan Tanah dan Faktor Amplifikasi**

Perambatan gelombang gempa dari batuan dasar ke permukaan tanah menyebabkan terjadinya perubahan guncangan gempa yang sampai di permukaan tanah dan dipengaruhi oleh kondisi lapisan tanah seperti jenis, ketebalan, kekakuan dan muka air tanah. Guncangan gempa yang sampai di permukaan tanah pada umumnya akan mengalami pembesaran atau amplifikasi. Faktor amplifikasi didefinisikan sebagai rasio besarnya percepatan puncak di batuan dasar.

#### f. Klasifikasi *Site*

Untuk mendapatkan percepatan maksimum dan respon spektra di permukaan tanah di suatu lokasi tujuan, terlebih dahulu perlu dilakukan klasifikasi *site* (jenis tanah). Klasifikasi *site* harus ditentukan untuk lapisan setebal 30 m sesuai dengan definisi dalam **Tabel 3.** yang didasarkan atas korelasi hasil penyelidikan tanah lapangan dan laboratorium. Disarankan untuk menggunakan sedikitnya 2 (dua) jenis penyelidikan tanah yang berbeda dalam klasifikasi *site* ini.

**Tabel 3.**Klasifikasi *site* didasarkan atas korelasi penyelidikan tanah di lapangan dan di laboratorium (SNI-2002, UBC-97, IBC-2009, ASCE 7-10)

Jenis tanah	Kecepatan rambat gelombang geser rata-rata, $\bar{v}_s$ (m/det)	Nilai hasil Test Penetrasi Standar rata-rata $\bar{N}$	Kuat geser niralir rata-rata $\bar{S}_u$ (kPa)
A. Batuan keras	$\bar{v}_s \geq 1500$	N/A	N/A
B. Batuan	$750 \leq \bar{v}_s < 1500$	N/A	N/A
C. Tanah sangat padat dan batuan lunak	$350 < \bar{v}_s \leq 750$	$\bar{N} > 50$	$\bar{S}_u \geq 100$
D. Tanah sedang	$175 < \bar{v}_s \leq 350$	$15 < \bar{N} \leq 50$	$50 < \bar{v}_s \leq 200$
E. Tanah lunak	$\bar{v}_s < 175$	$\bar{N} < 50$	$\bar{S}_u < 50$
	Atau setiap profil lapisan tanah dengan ketebalan lebih dari 3 m dengan karakteristik sebagai berikut : 1. Indeks plastisitas, $PI > 20$ , 2. Kadar air ( $w$ ) $\geq 40$ % dan 3. Kuat geser tak terdrainase $\bar{S}_u < 25$ kPa		

F. Lokasi yang membutuhkan penyelidikan geoteknik dan analisis respon spesifik ( <i>site Spesific Response Analysis</i> )	<p>Setiap profil lapisan tanah yang memiliki salah satu atau lebih dari karakteristik seperti:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Rentan dan berpotensi gagal terhadap beban gempa seperti likuifaksi, tanah lempung sangat sensitif, tanah tersementasi lemah</li> <li>- Lempung organik tinggi dan/atau gambut (dengan ketebalan &gt; 3m)</li> <li>- Plastisitas tinggi (ketebalan H &gt; 7,5 m dengan PI &gt; 75)</li> <li>- Lapisan lempung lunak/medium kaku dengan ketebalan H &gt; 35 m</li> </ul>
---	---

Keterangan N/A : tidak dapat dipakai.

Dalam **Tabel 3.**  $\bar{v}_s$ ,  $\bar{N}$  dan  $\bar{S}_u$  adalah nilai rata-rata berbobot besaran itu dengan tebal lapisan tanah sebagai besaran pembobotnya yang harus dihitung menurut persamaan-persamaan sebagai berikut :

$$\bar{v}_s = \frac{\sum_{i=1}^m t_i}{\sum_{i=1}^m t_i / v_{si}} \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$\bar{N} = \frac{\sum_{i=1}^m t_i}{\sum_{i=1}^m t_i / N_i} \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$\bar{S}_u = \frac{\sum_{i=1}^m t_i}{\sum_{i=1}^m t_i / S_{ui}} \quad \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan  $t_i$ : tebal lapisan tanah ke-I antara kedalaman 0 sampai 30 m,  
 $v_{si}$ : kecepatan rambat gelombang geser melalui lapisan tanah ke-i,  
 $N_i$ : nilai hasil Test Penetrasi Standar lapisan tanah ke-i,  
 $S_{ui}$ : kuat geser niralir lapisan tanah ke-i,  
 $m$  : jumlah lapisan tanah yang ada antara kedalaman 0 sampai 30 m,  
 $S_u$ : kuat geser niralir lapisan tanah yang ditinjau.  
 $\sum_{i=1}^m t_i$  : 30 m.

#### 4. Tinjauan Umum Plaxis

*Plaxis V.8.2* adalah program analisis geoteknik, terutama untuk analisis stabilitas tanah dengan menggunakan metode elemen hingga yang mampu melakukan



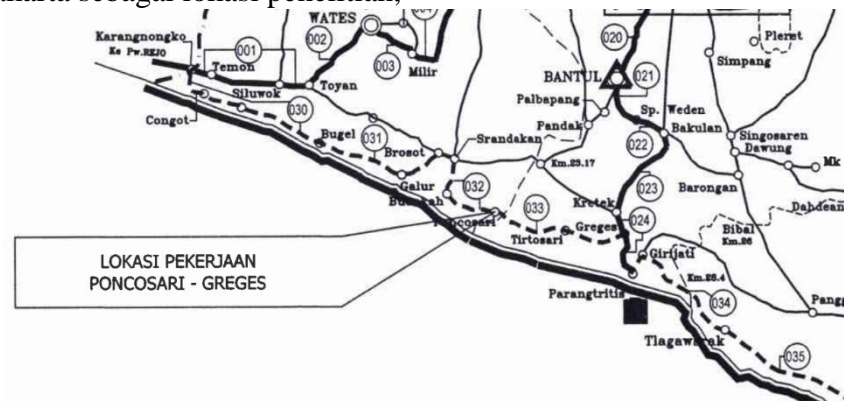
analisis yang dapat mendekati perilaku sebenarnya. Geometri tanah yang akan digunakan dalam analisis ini dapat sebagai *input* cukup teliti. *Plaxis* dilengkapi fitur-fitur khusus yang berhubungan dengan banyak aspek dari struktur geometri yang kompleks. Aplikasi geoteknik memerlukan model konstruksi tingkat lanjut untuk simulasi perilaku tanah yang tidak linear dan perilaku yang bergantung pada waktu. Selain itu, material tanah adalah material yang *multiphase*. Untuk analisa dengan melibatkan keberadaan air tanah perlu diperhitungkan tekanan hidrostatik dalam tanah. Selain itu, *Plaxis V.8.2* menyediakan berbagai analisis tentang *displacement*, tegangan-tegangan yang terjadi pada tanah, faktor keamanan dan lain-lain. Untuk melakukan analisis deformasi lapis fondasi Jalan Poncosari-Greges, digunakan metode elemen hingga dengan kondisi *plane strain* (regangan bidang). Model *plane strain* digunakan dengan asumsi bahwa sepanjang sumbu potongan melintang penampang dipandang relatif sama dan peralihan dalam arah tegak lurus potongan tersebut dianggap tidak terjadi. Program komputer ini digunakan elemen segitiga dengan pilihan 15 *nodes* (titik) atau 15 titik.

## 2. Metode, Hasil dan Pembahasan

### 1. Metode Penelitian

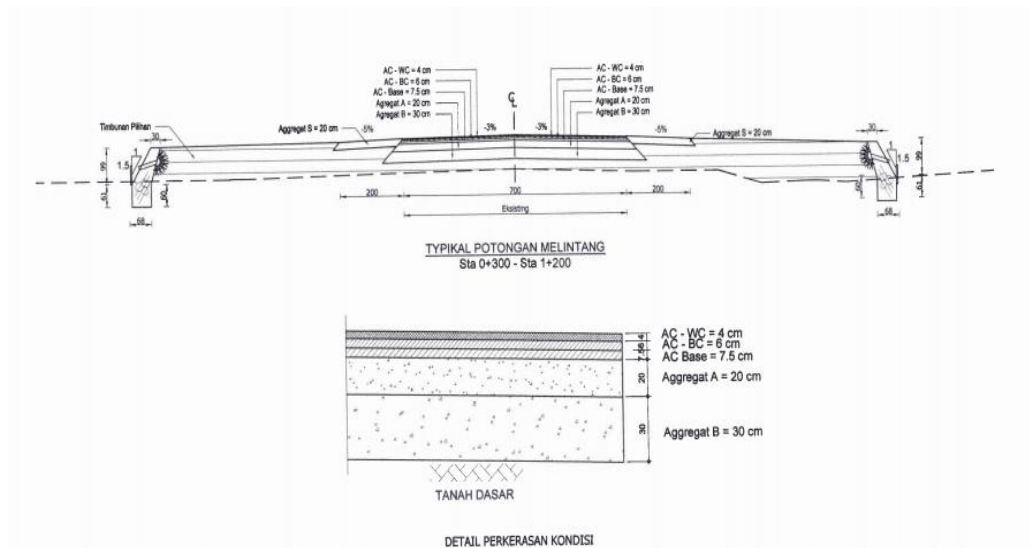
Tahapan penelitian dilakukan sebagai berikut :

1. peninjauan lapangan pada proyek pembangunan Jalan Poncosari-Greges Yogyakarta sebagai lokasi penelitian,



**Gambar 4.2** Detail Lokasi Penelitian

2. pemodelan dilakukan pada Sta 0+300 – Sta 1+200. Tahap ini dilakukan pengamatan secara umum untuk mendapatkan gambaran yang akan dimodelkan dalam *PLAXIS*. Data-data berasal dari hasil dan survei yang dilakukan oleh PT. Suradi Sejahtera Raya dan PT. Adhy Duta P.JO., sebagai pelaksana Pekerjaan Pembangunan Jalan Poncosari-Greges Yogyakarta,



**Gambar 4.3** Potongan melintang lapis fondasi Sta 0+300 – Sta 1+200.

3. program *PLAXIS* digunakan untuk membantu pengolahan data yang didapatkan dari lokasi penelitian, selanjutnya dilakukan *input* dengan program *PLAXIS*,
4. simulasi numeris program *PLAXIS* pada pelaksanaan ini disimulasikan dengan menggunakan model *plane strain*, dengan beberapa kondisi antara lain :
  - a. kondisi *existing* yaitu hasil deformasi dari lapis fondasi,
  - b. kondisi pembebanan dengan timbunan disimulasikan menerima beban perkerasan, beban lalu lintas dan beban gempa,
5. hasil simulasi program *PLAXIS* merupakan hasil *output* dari analisis program *PLAXIS* yaitu angka aman dan *displacement* berdasarkan kondisi yang disimulasikan,
6. analisis dan pembahasan,

## 2. Hasil dan Pembahasan

### a. Pemodelan Material

Perilaku tanah dan batuan di bawah beban umumnya bersifat non-linear. Perilaku ini dapat dimodelkan dengan Model *Mohr-Coulomb*, model ini mengasumsikan perilaku tanah bersifat plastis sempurna, dengan menetapkan suatu nilai tegangan batas dimana pada titik tersebut tegangan tidak lagi dipengaruhi oleh regangan. Input parameter meliputi 5 buah parameter yaitu *modulus young* ( $E$ ), *rasio poisson* ( $\nu$ ), kohesi ( $c$ ), sudut geser ( $\phi$ ), dan sudut *dilatancy* ( $\psi$ ).

**Tabel 4.**Parameter Desain Material Untuk Lapis Fondasi Jalan Poncosari-Greges

Kedalaman Timbunan	Jenis Tanah	tipe	$\gamma$ unsat	$\gamma$ sat	v	E	c	$\phi$	$\psi$
			(KN/m <sup>3</sup> )	(KN/m <sup>3</sup> )		(KN/m <sup>2</sup> )	(KN/m <sup>2</sup> )	0	0
4 cm	AC – WC	drained	15	17	0.35	11000	20	30	0
6 cm	AC – BC	drained	22	23	0.3	13000	40	30	0
7.5 cm	AC Base	drained	23	24	0.3	13000	40	30	0
20 cm	Aggregat A	drained	22	23	0.3	15000	50	30	0
30 cm	Aggregat B	drained	21	22	0.3	15000	50	30	0
6 m	Tanah dasar	drained	18	20	0.3	11000	0.01	30	0

**b. Proses hitungan**

Proses-proses yang ditinjau antara lain, yaitu proses hitungan beban sendiri, beban lalu-lintas dan beban gempa. hitungan tersebut adalah sebagai berikut :



1. beban sendiri, yaitu beban yang dialami oleh lapis fondasi dalam menahan beban perkerasan sebesar 106 KN/m<sup>2</sup>,
2. beban lalu-lintas, yaitu beban yang dialami oleh lapis fondasi berdasarkan lalu-lintas yang berjalan diatas lapis fondasi tersebut sebesar 15 KN/m<sup>2</sup>,
3. beban gempa, yaitu beban yang dialami oleh lapis fondasi berdasarkan kondisi dan wilayah gempa yang tercantum dalam Peta Gempa 2010.  
Berdasarkan data tanah yang diperoleh, Jl.Poncosari-Greges merupakan tanah lunak wilayah 3.

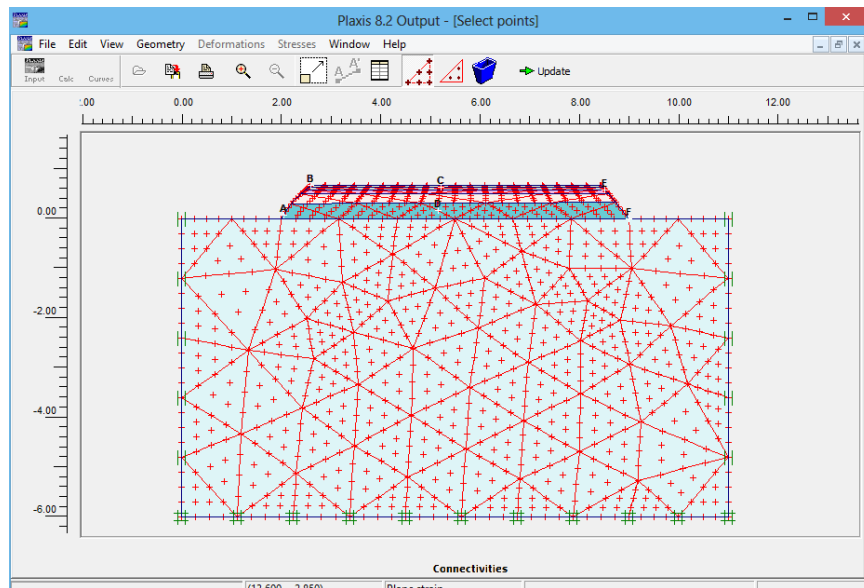
## a) beban gempa

$$\begin{aligned}
 V &= (C \cdot I / R) W_{\text{total}} \\
 &= (0,07 \cdot 1,2 / 8,5) 106 \\
 &= 1,04 \text{ KN}
 \end{aligned}$$

## b) beban kombinasi

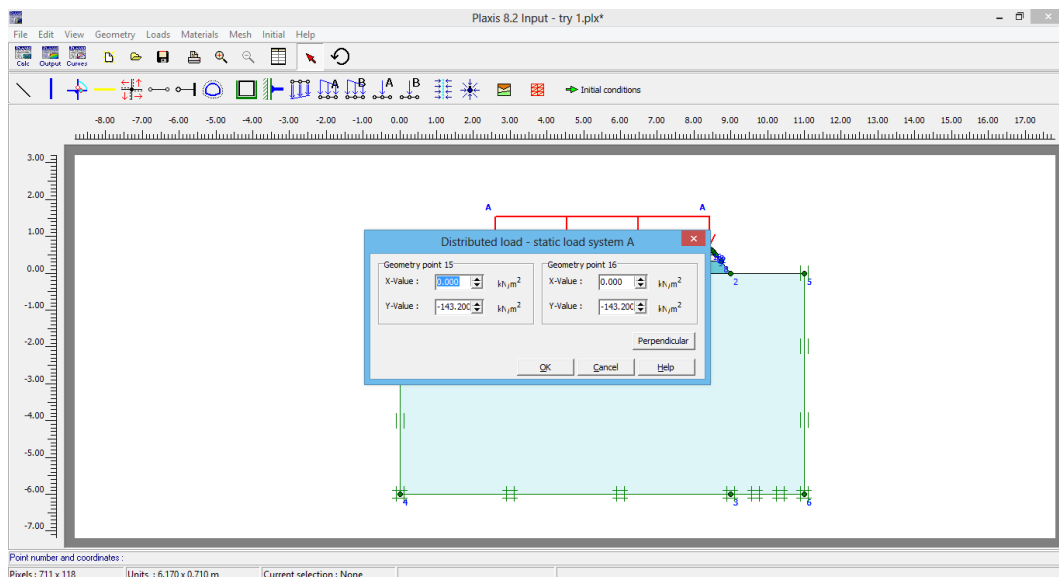
$$\begin{aligned}
 &1,2 D + 1,0 L + 1,0 E \\
 &= 1,2 \cdot 106 + 1,0 \cdot 15 + 1,0 \cdot 1,04 \\
 &= 143,24 \text{ KN}
 \end{aligned}$$

Proses hitungan dalam Plaxis dilakukan dengan klik pada , tapi sebelumnya ditentukan titik-titik yang akan ditinjau dengan klik pada  dan klik pada titik-titik yang akan ditinjau.



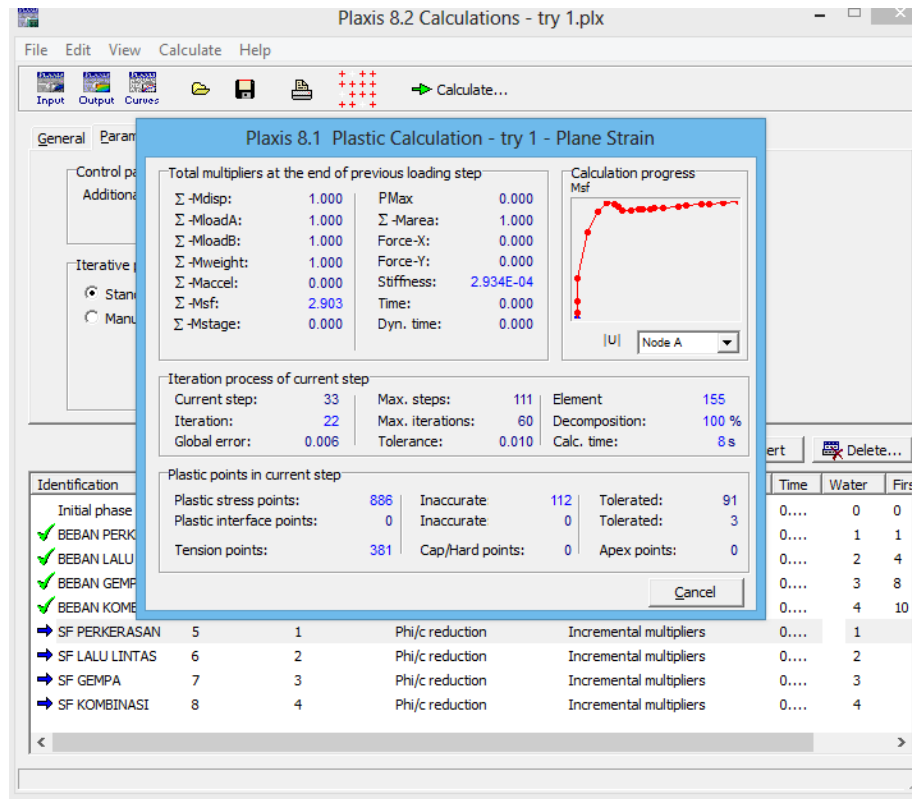
**Gambar 1.** Penentuan Titik-Titik yang Akan Ditinjau pada Proses hitungan *Plaxis V.8.2.*

Input beban dengan cara klik *define* pada tab parameter kemudian isi sesuai dengan beban yang bekerja pada masing-masing kondisi, didapatkan hasil sebagai berikut :



**Gambar 2.** Parameter kontrol pembebanan

Fase-fase yang akan dihitung akan diberi tanda anak panah biru ➡ di depan tulisan *Phase*, yang akan menjadi centang hijau ✔ apabila hitungan sukses dilakukan.



**Gambar 3.** Proses Kalkulasi.

### c. *Plaxis Output V.8.2*

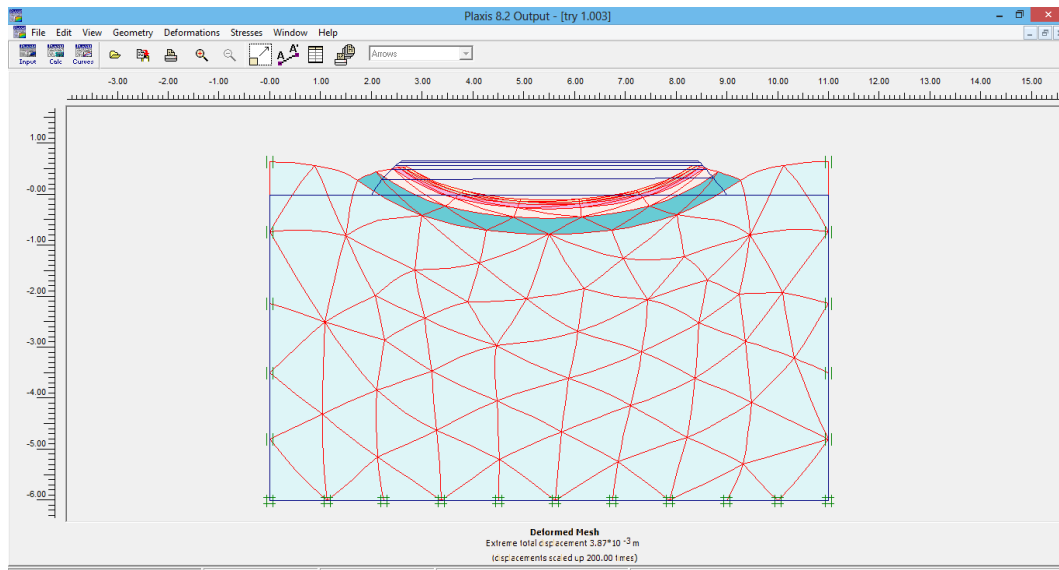
Hitungan deformasi lapis fondasi Jalan Poncosari-Greges dengan Plaxis V.8.2 ditinjau pada kondisi-kondisi di bawah ini :

1. Kondisi lapis fondasi awal,
2. Kondisi lapis fondasi setelah pembebanan.

Hasil analisis berupa deformasi dan faktor aman pada *Plaxis output* dilihat pada tiap kondisi yang dianalisis.

#### a) **Kondisi lapis fondasi akibat berat sendiri**

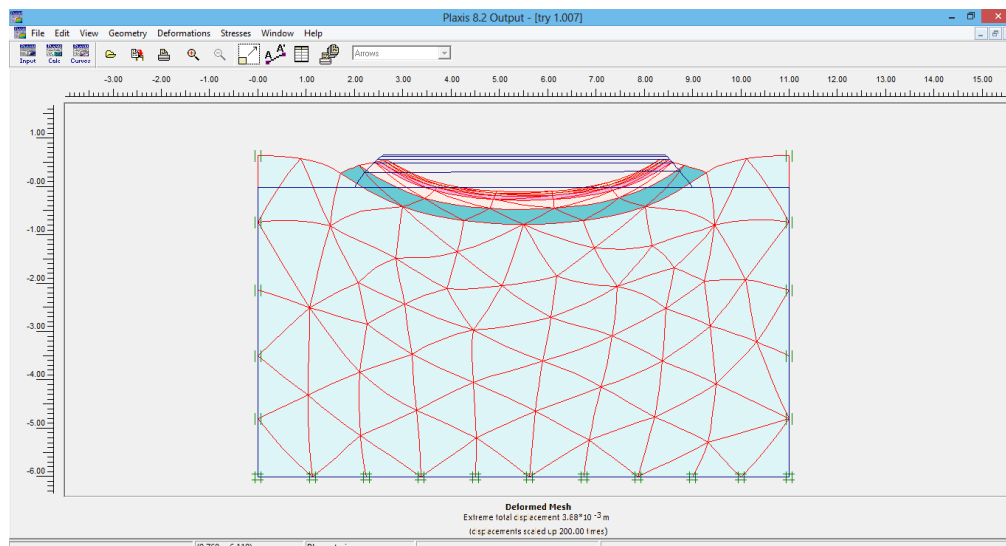
Kondisi lapis fondasi awal adalah kondisi sudah ada timbunan. Gaya-gaya yang bekerja adalah akibat berat timbunan dan tekanan air tanah. Setelah dilakukan hitungan dengan Plaxis didapat bahwa pada kondisi ini terjadi deformasi sebesar 3.87 cm.



**Gambar 4.** Kondisi *DeformMesh* akibat berat sendiri.

#### b) Kondisi Lapis Fondasi Oleh Beban Lalu-lintas

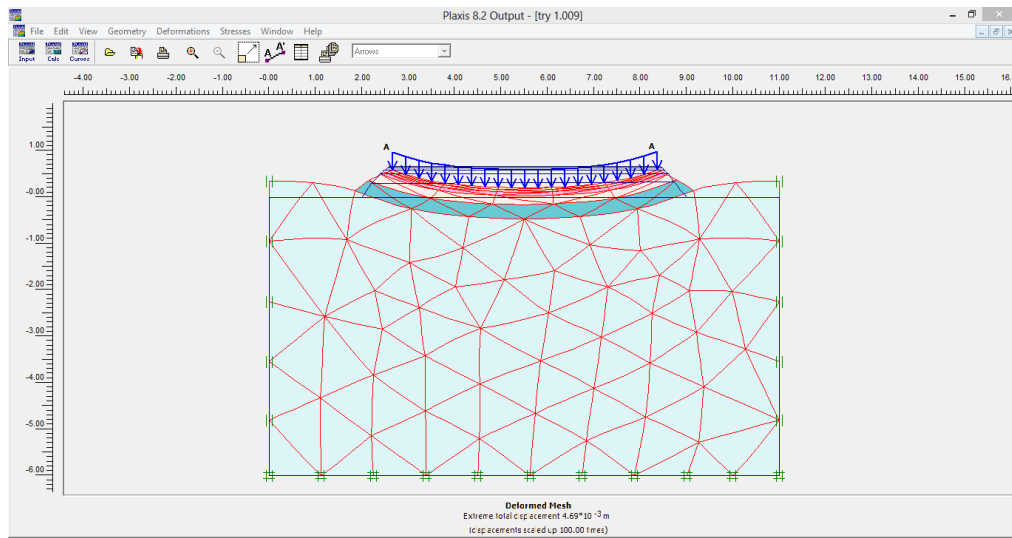
Kondisi lapis fondasi oleh beban lalu lintas adalah kondisi sudah ada timbunan dan gaya-gaya yang bekerja adalah akibat berat timbunan, dan beban lalu-lintas. Setelah dilakukan hitungan dengan *Plaxis* didapat bahwa pada kondisi ini terjadi deformasi sebesar 3.88 cm.



**Gambar 5.** Kondisi *DeformMesh* akibat Beban Lalu-lintas.

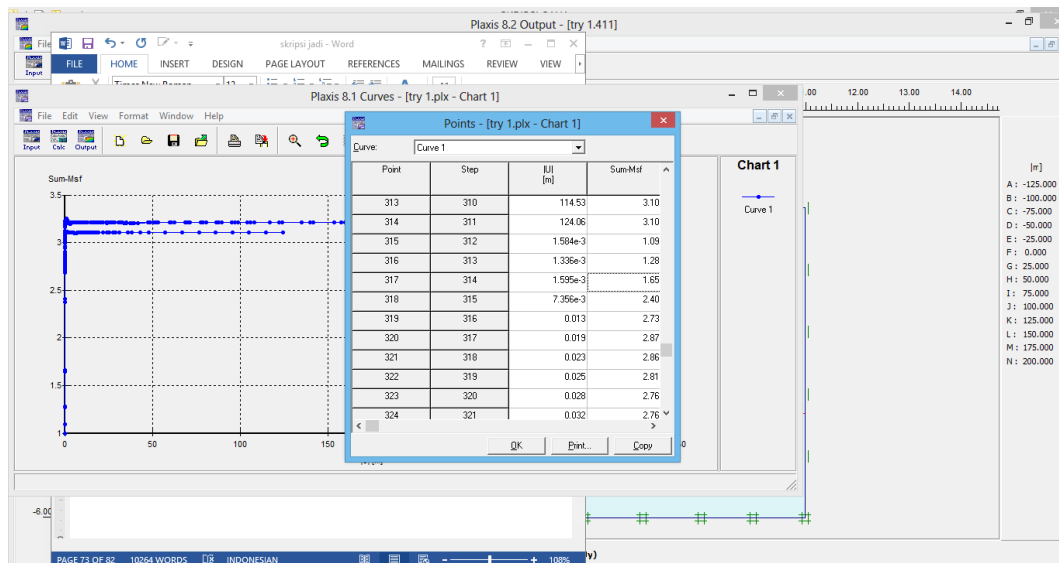
### c) Kondisi Lapis Fondasi Oleh Beban Gempa

Kondisi lapis oleh beban gempa adalah kondisi sudah ada timbunan dan gaya-gaya yang bekerja adalah akibat berat timbunan, beban lalu-lintas dan beban gempa. Setelah dilakukan hitungan dengan *Plaxis* didapat bahwa pada kondisi ini terjadi deformasi sebesar 4,69 cm.



**Gambar 6.** Kondisi *DeformMesh* akibat Beban gempa.

Faktor aman yang dihasilkan dari plaxis menunjukkan hasil dari pembebanan yang telah dihitung sebelumnya melalui *curves* didapatkan faktor aman sebesar 1,65, sebagai berikut :



**Gambar 7.** kurva Faktor Aman

### 3. Kesimpulan

1. Hasil deformasi lapis fondasi akibat beban perkerasan adalah sebesar 3,87 cm,
2. Hasil deformasi lapis fondasi akibat beban lalu lintas adalah sebesar 3,88 cm,
3. Hasil deformasi lapis fondasi akibat beban gempa adalah sebesar 4,69 cm,
4. Hasil deformasi lapis fondasi akibat kombinasi beban antara beban perkerasan, beban lalu lintas dan beban gempa adalah sebesar 3,88 cm,
5. Faktor aman lapis fondasi pada hitungan manual sebesar 1,6, sedangkan pada hitungan paxis sebesar 1,65, maka keduanya didapatkan hasil  $> 1.4$ , sehingga dapat disimpulkan bahwa lapis fondasi tersebut aman untuk pembangunan Jalan Poncosari-greges Yogyakarta.

### 7. Daftar Pustaka

- Hardiyatmo, H.C., 2001, *Prinsip-Prinsip Mekanika Tanah Dan Soal Penyelesaian I*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Hardiyatmo, H.C., 2002, *Mekanika Tanah II*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Hendarsin, S.L., 2000, *Perencanaan Teknik Jalan Raya*, Jurnal Ilmiah Teknik Sipil Politeknik Negeri Bandung, Bandung.
- Mukhlisin, D., 2011, *Analisa Derajat Kepadatan Timbunan Lapis Fondasi dan Propertis Agregat*, Jurnal Ilmiah Teknik Sipil Politeknik Negeri Bengkalis, Bengkalis, Riau.
- Plaxis, 2005, *Reference Manual*.



Plaxis Vers 8 *Manual Latihan*, WWW.PLAXIS.Com.

SNI-1726-2002.

SNI 03-1726-2002, *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Rumah Dan Gedung*, Kantor Menteri Negara Pekerjaan Umum, Dit. BinteK, Ditjen Cipta Karya, 3 No. 1997

Suhendro, B., 2000, *Metode Elemen Hingga dan Aplikasinya*, Penerbit:Beta Offset, Yogyakarta.

Sukirman, S., 1999, *Perkerasan Lentur Jalan Raya*, Penerbit:Nova, Bandung.

Wignall, A., Diterjemahkan oleh Tjan, A., 1999, *Proyek Jalan Teori dan Praktek Edisi ke-4*, Penerbit:Erlangga, Jakarta.